



氢的制储运加现状及趋势展望

联悦氢能

孙伟



目录

CONTENTS

01 氢气及氢能产业链简介

02 氢的制储运加现状

03 氢的制储运加发展趋势

04 联悦氢能简介

01

氢气及氢能产业链简介

- 氢能产业链概述
- 氢能政策发展历程
- 我国氢能源分布状况



氢气输送管线

水电解制氢装置

氢动力飞机

氢动力船舶

氢能物料搬运车辆

生物质制氢装置

氢能自行车

液氢储罐

液氢槽车
联悦气体 Linkye Gas

液氢低温泵
离子膜压缩机

氢能乘用车

氢液化装置

氢能大巴

水蒸汽重整制氢装置

氢能共享汽车

氢气长管拖车
联悦气体 Linkye Gas

中国氢能政策发展历程



2022年3月23日，国家发改委发布《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，科学分析了我国氢能产业的发展现状，明确了氢能在我国能源绿色低碳转型中的战略定位、总体要求和发展目标，从氢能创新体系、基础设施、多元应用、政策保障、组织实施等几个方面构建了我国氢能战略发展的蓝图。

2022年6月17日，上海市发改委印发《上海市氢能产业发展中长期规划(2022-2035年)》的通知，其中明确，到2025年，产业创新能力总体达到国内领先水平，制储输用产业链关键技术取得突破性进展，具有自主知识产权的核心技术和工艺水平大幅提升，氢能在交通领域的示范应用取得显著成效。建设各类加氢站70座左右，培育5-10家具有国际影响力的独角兽企业，建成3-5家国际一流的创新研发平台，燃料电池汽车保有量突破1万辆，氢能产业链产业规模突破1000亿元，在交通领域带动二氧化碳减排5-10万吨/年。

我国氢资源分布状况



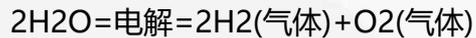
02

氢的制储运现状

- 目前常用的氢制取方法
- 氢各种制取方法成本与碳排放
- 目前常用的氢储运方法
- 不同氢储运方法的优、缺点

水电解制氢及矿物质原料制氢

- 水电解制氢是目前应用较广且比较成熟的方法之一。水为原料制氢过程是氢与氧燃烧生成水的逆过程，因此只要提供一定形式的能量，即可使水分解。



- 以煤、石油及天然气为原料制取氢为当今制氢最主要的方法。其流程包括含氢气制造、CO组分变化反应及氢气提纯等步骤，在我国均有成熟工艺。



氢气全口径成本 (以电解水制氢为例)

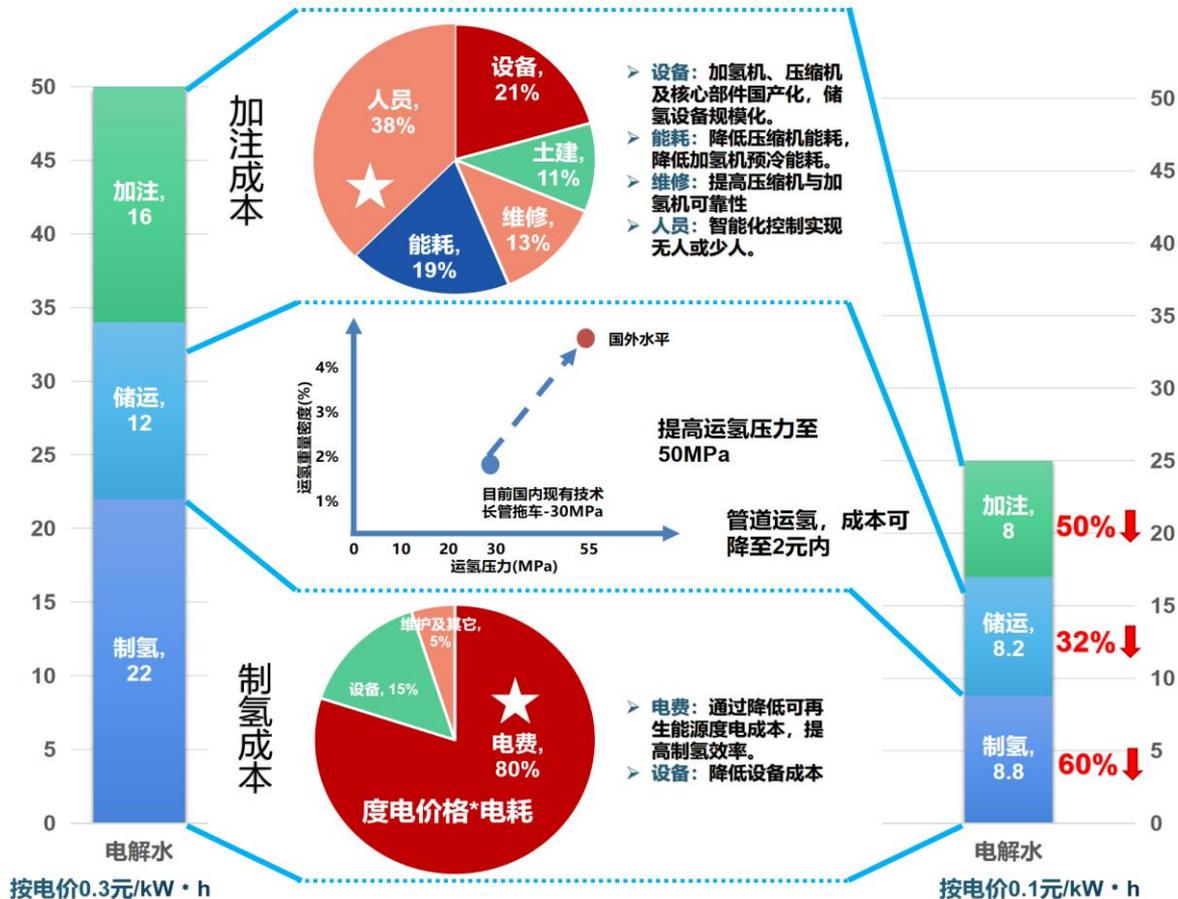
电解水制氢技术被视为未来最有潜力的制氢技术。电解水制氢技术主要分为三类，分别为：

碱性水电解槽 (ALK)

质子交换膜水电解槽 (PEM)

固体氧化物水电解槽 (SOEC)

当前通过电解水制氢技术的氢气全口径成本约 50 元 /kg (电价按 0.3元 /kwh)。其中制氢环节成本占比约 44%，储运环节约 24%，加注环节约 32%。



三种水电解制氢技术比较

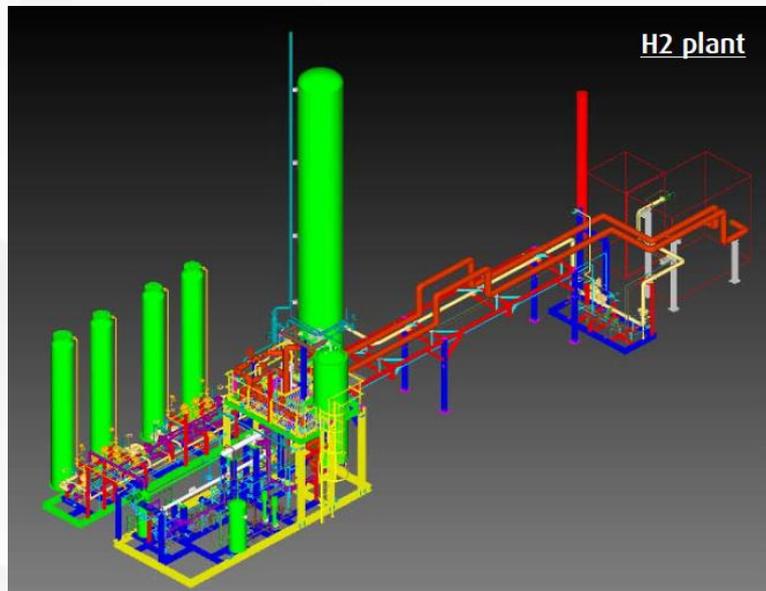
技术指标	ALK碱性电解水制氢			PEM电解水制氢			SOEC电解水制氢		
	目前	2030	长期	目前	2030	长期	目前	2030	长期
电解效率 (%, LHV)	63	65	70	56	63	67	74	77	77
	— 70	— 71	— 80	— 60	— 68	— 74	— 81	— 84	— 90
工作压力 (bar)	1-30			30-80			1		
工作温度 (°C)	60-80			50-80			650-1000		
寿命 (h)	60000	90000	100000	30000	60000	100000	10000	40000	75000
	— 90000	— 100000	— 150000	— 90000	— 90000	— 150000	— 30000	— 60000	— 100000
工作范围 (%)	10-110			0-160			20-100		
固定资产投入 (美元/kW)	500	400	200	1100	650	200	2800	800	500
	— 1400	— 850	— 700	— 1800	— 1500	— 900	— 5600	— 2800	— 1000

天然气重整及甲醇重整制氢

- 反应在800°C进行，由反应式可知，也有部分氢气来自水蒸气。制得的气体中，氢气体积含量可以达到74%



- 甲醇分解、甲醇部分氧化和甲醇蒸汽重整。甲醇蒸汽重整制氢由于氢收率高(产物的氢气组成约 75%)，能量利用合理，过程控制简单，便于工业操作而更多地被采用。



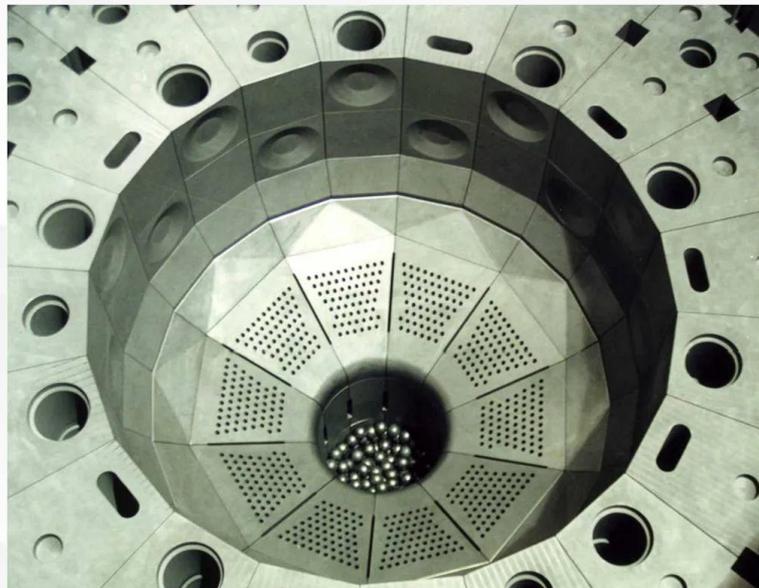
生物质制氢和化工副产氢回收

- 将生物质原料如薪柴、锯末、稻草等压制成型，在气化或裂解中进行气化或裂解后可制得含氢燃料气；或者利用微生物在常温常压下也可通过酶催化反应制得氢气。

- 电解食盐制碱、发酵制酒、合成氨、丙烷脱氢、石油炼制等化工过程均有大量副产氢气。通过适当措施分离回收后（例如PSA变压吸附、TSA变温吸附），每年可以获得数亿立方米的氢气。



- 目前核能制氢主要有电解水制氢和热化学制氢两种方式，核反应堆分别为上述两种方式制氢提供电能和热能。
- 电解水制氢是利用核能发电，再通过电解水装置将水分解成氢气。电解水制氢是一种较为直接的氢气制取方法，但该方法产氢效率（55%~60%）较低，即便采用最先进的美国SPE电解水技术，将电解效率提升为90%。但由于目前大多数核电站的热电转换效率仅为35%左右，因此核能电解水制氢最终的总效率仅为30%。
- 热化学制氢是基于热化学循环，将核反应堆与热化学循环制氢装置耦合，以核反应堆提供的高温作为热源，使水在800°C至1000°C下催化热分解，从而制取氢和氧。与电解水制氢相比，热化学制氢的效率较高，总效率预期可达50%以上，成本较低。



氢各种制取方法成本与碳排放

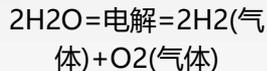
制氢种类	制氢方式	原料价格	制氢成本 (元/kg)	制氢碳排放 (kgCO ₂ e/kgH ₂)
电解水制氢	商业用电	0.8元/千瓦时	48	33.75-43.41
	谷电	0.3元/千瓦时	23	
	可再生能源弃电	0.1元/千瓦时	14	0.4-0.5
化石能源制氢	煤制氢	550元/吨	9	22-35
	天然气制氢	3元/立方米	27	10-16
工业副产氢		——	10-16	——

联悦氢能拥有当前主流制氢解决方案

水电解

郴州工厂

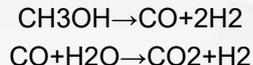
水电解制氢是目前应用较广且比较成熟的方法之一。水为原料制氢过程是氢与氧燃烧生成水的逆过程，因此只要提供一定形式的能量即可使水分解。



甲醇裂解

赣州工厂

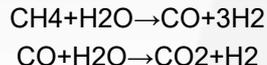
甲醇分解、甲醇部分氧化和甲醇蒸汽重整。甲醇蒸汽重整制氢由于氢收率高(产物的氢气组成约 75%)，能量利用合理，过程控制简单，便于工业操作而更多地被采用。



天然气重整

云浮、佛山、南昌、宝鸡

反应在800°C下进行，由反应式可知，也有部分氢气来自水蒸气。制得的气体中，氢气体积含量可以达到74%

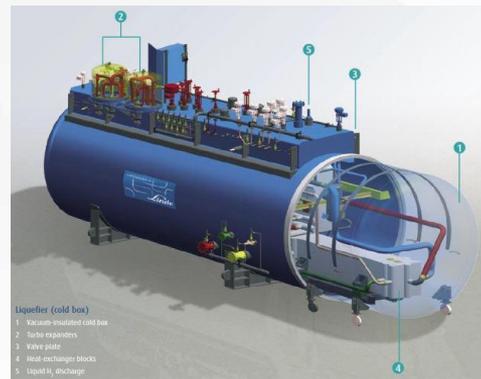
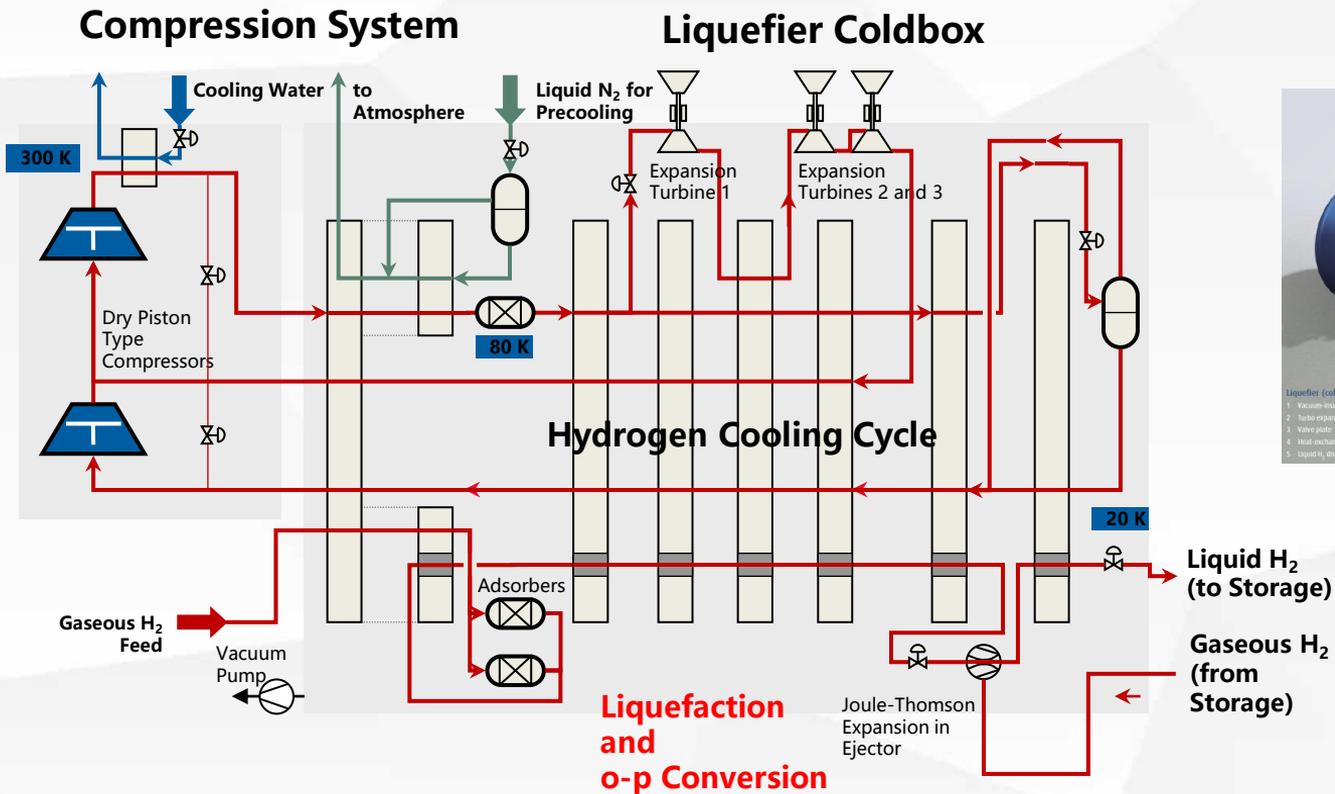


工业副产氢

江门、宁波、九江

电解食盐制碱、合成氨、丙烷脱氢、石油炼制等化工过程均有大量副产氢气。通过适当措施分离回收后（例如PSA变压吸附、TSA变温吸附），每年可以获得数亿立方米的氢气。

液氢制造工艺



林德氢液化设备

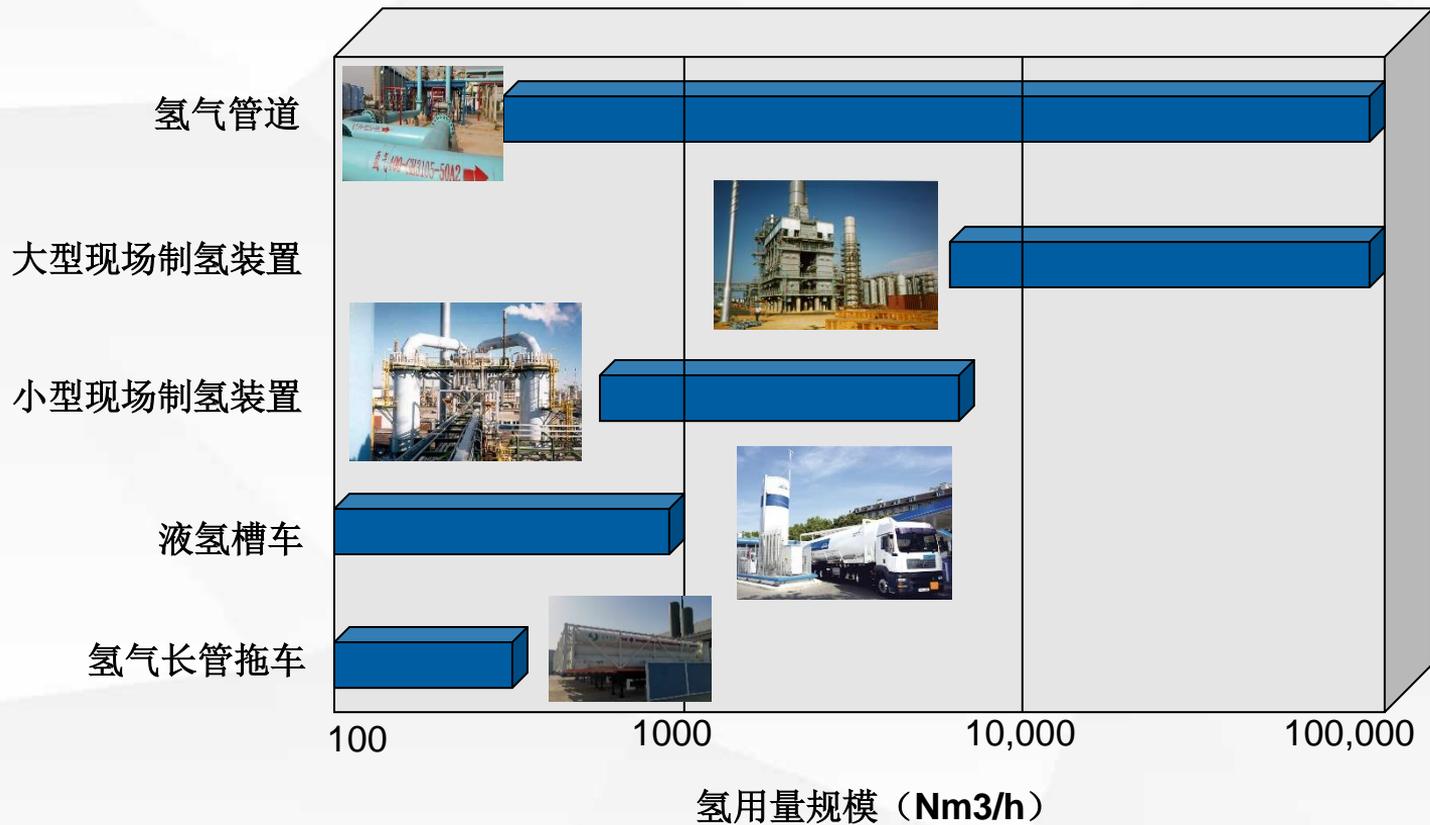
目前常用的氢储运方法



联悦氢能的氢储运解决方案



氢运输方法选择

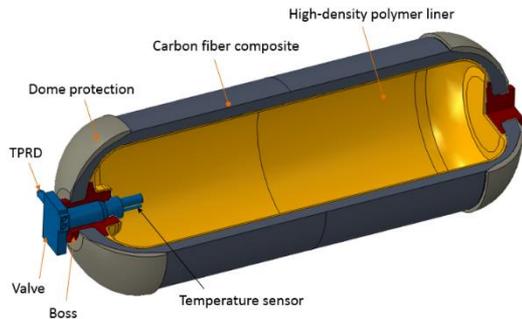


不同储运氢技术对比

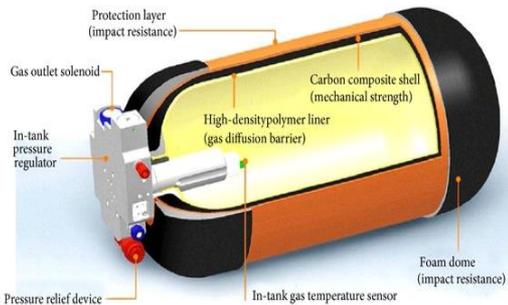
储运方式	运输工具	单车载氢量	运输密度	能耗		适宜场景
				kWh/kg	Wt%	
气态储运	20MPa 长管拖车	300kg	~1%	1-1.3	3%-4%	城市内配送
	管道	连续输送	—	0.3	1%	国际、跨城市与城市内配送
液氢储运	液氢槽罐车	4000kg	~10%	12-20	35%-60%	国际、规模化、长距离
有机液体储运	槽罐车	2000kg	~5.7%	15-20	44%-60%	
固体储运	货车	2000kg	~2.5%	14-18	42%-54%	-

储氢瓶组类别

类型	I型瓶	II型瓶	III型瓶	IV型瓶
材质	铬钼钢	钢制内胆纤维 环向缠绕	铝内胆纤维全 缠绕	塑料内胆纤维 全缠绕
工作压力 (MPa)	17.5-20	26.3-30	30-70	30-70
应用情况	加氢站等固定式储氢应用		国内车载	国际车载



TPRD - Thermally Activated Pressure Relief Device
Credit: Process Modeling Group, Nuclear Engineering Division, Argonne National Laboratory (ANL)



目前我国输氢管道现状

2021年6月9日，中国石油天然气管道工程有限公司（以下简称管道设计院），中标河北定州至高碑店氢气长输管道可行性研究项目。据悉，**该管道起点河北定州旭阳能源产业园终点至河北保定高碑店新发地物流园，全长约145公里，管径508毫米，设计输量10万吨/年，国内目前规划建设的最长氢气管道。**

目前我国输氢管道技术和实践现状如何？据了解，2014年，岳阳市巴陵石化就建成了全长42公里的全国最长输氢管道——巴陵-长岭氢气输送管道。其中，巴陵石化城区片区到云溪片区长24公里，云溪片区到长岭炼化长18公里。该输氢管道主要输送纯度为99.5%的氢气，管道压力为4MPa，主要为巴陵石化云溪片区和长岭炼化提供工业氢气资源。该输氢管道已安全运行6年，是我国运行时间最长的输氢管道。

管道	气体	长度	所有者	投入使用时间
扬子-仪征	氢气	40.4公里	中石化	2013
巴陵-长岭	氢气	42公里	中石化	2014
济源-吉利	氢气	25公里	中石化	2015
扬子石化-金城化学	氢气	2.8公里	中石化	2019

目前我国压力容器储运氢现状

高压氢气运输分为**集装箱**和**长管拖车**两类，其中，集装箱由多个40L的、压力为15Mpa的高压储氢钢瓶组成，运输较为灵活，适用于需求量小的加氢站；

长管拖车结构为车头部分和拖车部分，前者提供动力，后者主要提供存储空间，由数个压力为20Mpa、长约10m的高压储氢钢瓶组成，可充装约3500Nm³氢气，且拖车在到达加氢站后车头和拖车可分离，运输技术成熟、规范较完善，国内的加氢站目前多采用此类方式运输。



目前我国液氢储运现状

ICS 71.020
F 19



中华人民共和国国家标准

GB/T 40060—2021

液氢贮存和运输技术要求

Technical requirements for storage and transportation of liquid hydrogen

www.duden.com

北京特种工程研究院 45m³ 液氢储槽车



目前我国加氢站现状

截至2022年5月，我国加氢站共建成262座。全国前10个省市的加氢站布局占到总体的75%，目前国内氢能区域发展相较集中。

❑ 燃料电池汽车技术尚不成熟

我国目前各地主要发展纯电动汽车，燃料电池汽车发展相对缓慢；

❑ 加氢站建设成本较高

建设加氢站所需的关键部件没有量产的成熟产品，大多依靠进口，

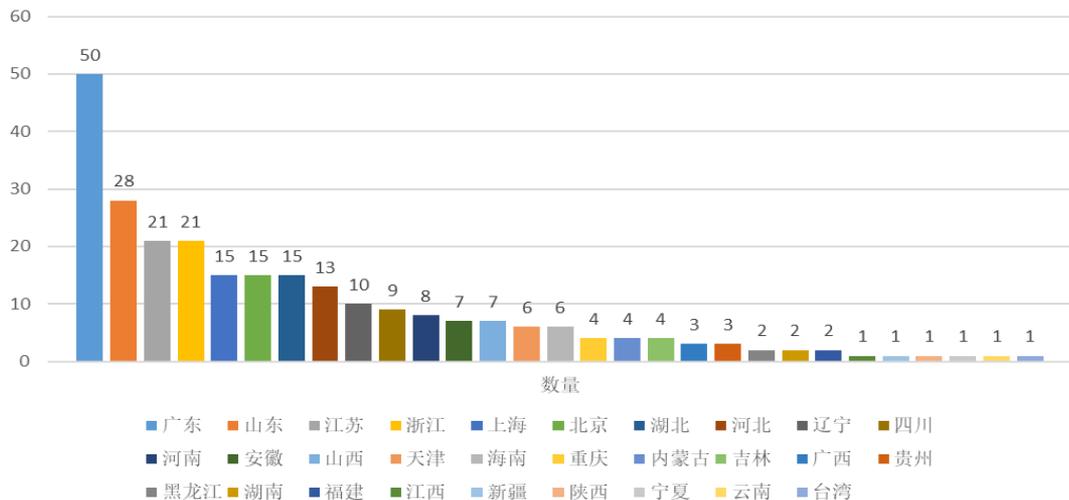
❑ 加氢站运行维护成本较高

❑ 加氢站盈利较为困难

加氢站的基础设施需要依靠加氢规模效应平衡收支来盈利，而目前我国燃料电池汽车尚属起步阶段，运营车辆较少，盈利较为困难。



全国各省及直辖市加氢站数量



03

氢的制储运发展趋势

- 制
- 储运
- 加

氢的制取发展趋势-副产氢回收及绿氢



氢储运发展趋势-管道多、容器压力高体积大、液氢普及



加氢站发展趋势-液氢加氢站及油氢合建站，日加注量更大



氢能发展趋势-星辰大海



04

联悦氢能简介

- 公司发展历程
- 业务领域及发展布局

联悦气体是一家专注于
氢气及氢能技术开发和应用的专业气体公司

Linkye Gas is a professional gas company focusing on hydrogen energy development and application



关于联悦 About us



联悦气体成立于 2009 年，是一家专注于氢能源技术开发和应用的专业气体公司。公司拥有高水平的技术、销售、物流、整体建设与项目运营能力，为冶金、化工、半导体、新材料等不同行业的上百家公司和加氢站、氢能源相关产业提供了各类专业的氢气解决方案。

公司总部坐落于佛山市南海区，并在广东、江西、湖南、福建和浙江分别投资建设了10座高纯氢气工厂，包括现场制气项目和零售气项目。未来3 - 5年，联悦气体将持续投资15座氢气工厂，布局加氢站、液氢工厂等相关氢能源设施建设，为中国氢能源产业的发展做出积极贡献。

公司重视技术创新与工艺研发，依靠强大的生产能力、高效的物流能力和丰富的市场经验，成为目前国内领先的工业气体生产商之一。联悦气体的管理团队，均拥有在跨国气体公司20年以上的生产、技术和管理经验，为工厂的安全可靠运行、产品品质的长期稳定提供了坚强保障。未来，我们将继续秉持“精诚合作，互利共赢”的核心价值观，携手合作伙伴一起创造更辉煌的未来。

公司发展历程

江门联悦成立

2011年，江门市联悦工业气体有限公司成立，主要面对广东市场，目前广东地区市场份额达45%。

云浮联悦成立

2017年，广东联悦氢能有限公司（云浮联悦）成立，主要面对广东地区的氢能源市场，目前广东地区的氢能源业务市场份额超过60%。

宝光联悦氢能成立

2021年7月，陕西宝光联悦氢能发展有限公司正式成立，主要将开发西北地区的氢能源市场。



联悦气体成立

2009年，联悦气体成立。

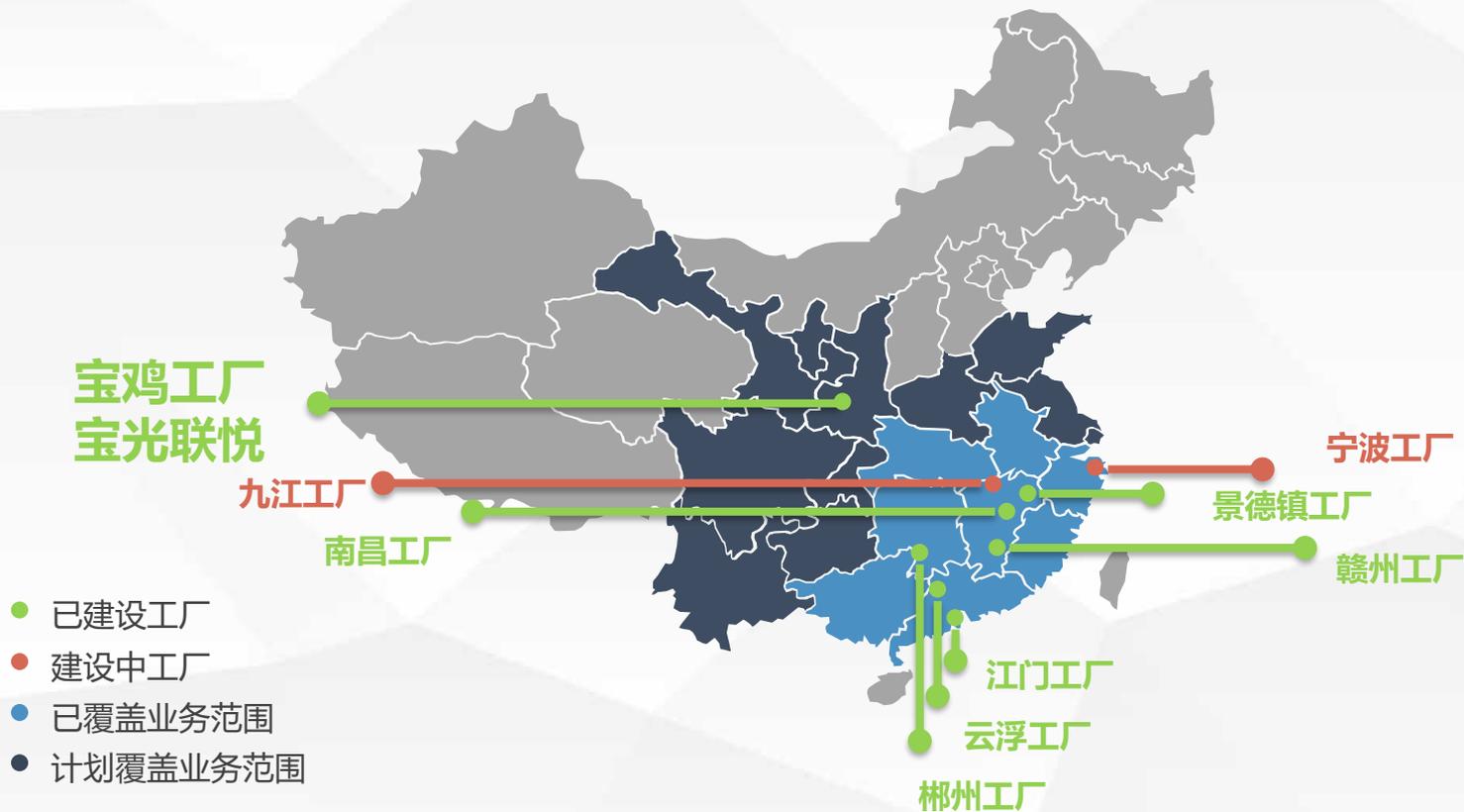
赣州联悦成立

2013年，赣州联悦气体有限公司成立，主要面对江西市场，目前江西市场份额达80%。

佛山总部成立

2019年，广东联悦气体有限公司成立（佛山总部）。

工厂分布

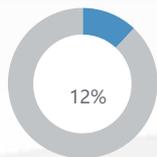


业务领域 Business Area

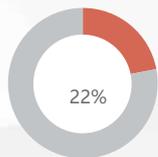
联悦气体的业务范围主要包括现场制气业务和零售气业务。公司拥有完善的氢气生产和配送网络。氢气管束车数量超过100台，行业内规模最大，制氢能力超过15,000 Nm³/h，配送能力超过300,000 Nm³/d，未来还将继续增加。

现场制气业务主要针对氢气用量比较大的用户，在用气现场投放制氢装置并由联悦经营管理，以稳定的供应给客户，不对外充装销售，比如联悦为南昌兆驰光电配套的3,000 Nm³/h天然气现场制氢项目。

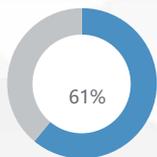
零售气业务主要辐射联悦制氢工厂周边一定范围内的用氢客户。产品主要包括普氢、纯氢和高纯氢，供应方式包括管道供气、氢气钢瓶供气，氢气管束车供气等方式。



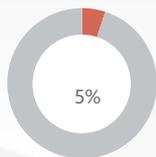
现场制气业务



钢瓶气业务



管束车业务



管道气业务



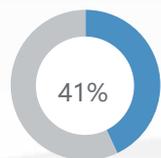
市场布局 Market layout

联悦目前在华南地区的布局主要是广东和广西。其中广东市场的占有率超过45%。主要业务包括信义玻璃、欧式朗照明灯工业用气客户和目前广东超过80%的加氢站业务。

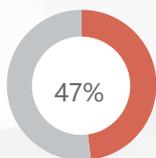
联悦目前在华东市场的布局主要是江西、福建和浙江。其中江西市场的占有率超过80%。客户包括世泰科、优美科等粉末冶金行业全球巨头，也包括兆驰光电等光伏面板行业的佼佼者。

联悦目前在华中市场的布局主要是在湖南和湖北。2009年，联悦为湖南湘煤集团旗下华磊光电配套一套300 Nm³/hr的水电解装置。2022年，联悦计划将产能提升1,000 Nm³/hr。

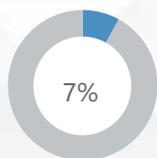
联悦目前在西北市场的布局主要是在陕西。2021年，联悦与宝光股份成立合资公司，现场有一套500 Nm³/hr的天然气制氢装置。2023年，宝光联悦计划将产能提升1,500 Nm³/hr。



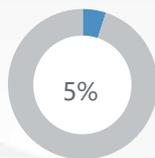
华南业务占比



华东业务占比



华中业务占比



西北业务占比



仰望星空
逐梦前行

THANK'S

交流答疑



感谢聆听!

孙伟 15802198476

